

Panicum maximum (Jacq.) et l'intensification fourragère en Côte d'Ivoire

par J. PERNES (*), J. RENE (**), R. RENE-CHAUME (**),
L. LETENNEUR (***), G. ROBERGE (***), J. L. MESSEGER (***)

RESUME

L'intérêt agronomique des *Panicum maximum* est analysé. La diversité de l'espèce est d'abord présentée et une classification de référence est établie. Les recherches fondamentales sur la biologie de la reproduction et la génétique menées à l'O.R.S.T.O.M. ont permis de concevoir un schéma d'amélioration génétique ici esquissé. L'évaluation agronomique de différents clones est réalisée à travers divers essais dont le but est de situer les possibilités actuelles, les problèmes et les voies d'amélioration qui conditionnent l'organisation d'une production fourragère intensive à base de variétés de *Panicum maximum*.

Le laboratoire de génétique de l'O.R.S.T.O.M. a entrepris dès 1964-1965 des recherches systématiques concernant l'espèce *Panicum maximum*. Des résultats susceptibles d'une application fructueuse immédiate ont été rapidement acquis. La station O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé de par son milieu particulier et sa vocation propre de recherche fondamentale ne permettant pas l'appréciation complète de la valeur du matériel végétal produit, une action conjointe a été établie avec l'I.E.M.V.T. afin de confirmer et d'amplifier l'intérêt des recherches commencées à l'O.R.S.T.O.M.

Ainsi les variétés prospectées, introduites et sélectionnées par l'O.R.S.T.O.M. ont pu être éprouvées à Bouaké. Les variétés ORSTOM K 187 B, ORSTOM G 23 en particulier ont confirmé leur grande productivité et la légitimité de considérer *Panicum maximum* comme

la plante de base permettant de rentabiliser un élevage industriel intensif.

De même, les premières mises au point de semis et de récolte de graines faites à Adiopodoumé ont été reprises et précisées à Bouaké.

Enfin les recherches fondamentales du laboratoire de génétique de l'O.R.S.T.O.M. ont permis de maîtriser le mode de reproduction des *Panicum maximum* et d'établir, ce qui était impossible jusqu'alors, les programmes d'amélioration génétique de cette espèce. La réalisation d'hybrides supérieurs aux meilleures variétés connues à Adiopodoumé a confirmé le bien fondé et la valeur pratique de ces programmes.

Il appartenait donc à l'I.E.M.V.T. de définir les caractéristiques utiles qu'il convenait d'intégrer dans les nouveaux hybrides pour améliorer et diversifier cette déjà rentable graminée. En outre, l'I.E.M.V.T. définit les conditions agronomiques et économiques de son exploitation, les valeurs alimentaires de ces plantes et les courbes de croissance du bétail qu'elles autorisent.

On trouvera dans l'article ci-dessous les pre-

(*) Adresse actuelle : C.N.R.S., Laboratoire de Physiologie pluricellulaire, 91190 Gif-sur-Yvette, France.

(*) (**) O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, B.P. 20, Abidjan, Côte d'Ivoire.

(***) I.E.M.V.T., Centre de Recherches Zootechniques de Minankro, B.P. 1152, Bouaké, Côte d'Ivoire.

nières données de ces expérimentations concertées (*).

I. INTRODUCTION

1. HISTORIQUE

MOTTA (1953) conclut ainsi une revue bibliographique consacrée à *Panicum maximum* Jacq. : « Sa grande gamme d'adaptation, sa productivité élevée, sa bonne réponse à l'application d'engrais font de *Panicum maximum*, potentiellement l'une des graminées tropicales les plus valables ». « Pour l'appétibilité et la production, *Panicum maximum* se situe à un rang élevé parmi les graminées tropicales. » La lecture d'une revue plus récente (2), montre que les potentialités des *Panicum* sont toujours bien reconnues et confirmées, à travers de nombreuses analyses agronomiques et zootechniques. Cependant rien de fondamentalement nouveau en génétique ne semble avoir été publié sur cette plante, hormis l'étude de l'apomixie faite par WARMKE (9). MOTTA (5) rappelle que différents pays ont rapporté une très grande étendue de valeurs de productions, du fait de la variabilité dans les lignées et les écotypes, et des systèmes d'exploitation variés dans des conditions d'environnement différentes. La comparaison de telles données peut sembler ainsi de peu de valeur et nous ne commencerons pas ici la compilation de divers résultats partiels. L'importance économique du *Panicum maximum* n'en est pas moins un fait indéniable. Les millions d'hectares cultivés de par le monde en témoignent, particulièrement dans les pays suivants : Brésil, Vénézuëla, Colombie et autre pays d'Amérique latine, Australie, Malaisie, Kenya, Rhodésie, Afrique du Sud, etc. L'appréciation des qualités du *Panicum maximum* exige des conditions de mesure correctement standardisées; il faut noter l'importance des variations des teneurs en protéine (avec les conditions de milieu et d'exploitation) et des valeurs digestibles (en fonction des testeurs — *in vitro*, races et espèces animales —

et du milieu). Encore plus remarquable est la diversité variétale pour laquelle, faute d'un catalogue mondialement reconnu, aucune transposition des observations n'est possible. Les appellations les plus variées se rencontrent : noms d'origine géographique (Sigor, Sabi, Makueni, Machakos), noms à consonnance botanique (var. *trichoglume*, var. *coloratum*, var. *gongylodes*, var. *typica*) qualifications de taille (variétés naines, variétés gigantea) ou d'aspect (fine leaf, broad leaf, slender, silky) appellations plus curieuses encore (coloniao, Borinquen, Gramalote, Colonial Guinea) ou plus imprécises (common guinea, regular guinea, local guinea, sempre verde, buffel grass). Tant que les variétés sont des clones apomictiques (*) il est possible (avec une certaine patience, une bonne collection et de nombreux recoupements) de retrouver un fil conducteur dans les dédales des appellations. Avec la création d'hybrides, rendue possible par la découverte de formes sexuées (15) et leur utilisation dans des croisements, toutes les propriétés (qualités et défauts) attribuables à *Panicum maximum* sont susceptibles d'être remises en question ainsi que les associations de caractères. Un travail cohérent doit considérer l'ensemble des *Panicum maximum* initiaux pour en cribler les caractéristiques intéressantes et tenter de les recombinaisonner, compte tenu des définitions des conditions d'exploitation. Peut-être alors n'aura-t-on plus des opinions aussi peu comparables que les suivantes :

Panicum maximum est la meilleure graminée pour la teneur en protéine pour certains (6), de valeur alimentaire très médiocre pour d'autres;

Panicum maximum conduit à des accroissements de poids vif par ha de 400 kg au Brésil en extensif non irrigué alors qu'il a la réputation d'être toxique pour les animaux en été dans les savanes de Colombie (1);

Panicum maximum est une plante particulièrement bien adaptée pour résister aux périodes de sécheresse même dans les régions semi-arides (8), mais exigeant une humidité importante toute l'année;

(*) D'autres recherches, plus récemment développées par le laboratoire de bioclimatologie de l'O.R.S.T.O.M., apportent notamment des informations précieuses sur le comportement photosynthétique de divers *P. maximum* (Mise en évidence de structures liées à l'acquisition d'un cycle en C 4 par B. Monteny).

(*) Apomixie : Mode de reproduction par graines obtenues par le développement d'un embryon sans réduction ni fécondation. Les plantes obtenues à partir du développement de graines apomictiques sont donc génétiquement identiques à la plante mère.

Panicum maximum est une herbe qu'on ne peut multiplier et installer par graines et dont il a été vendu 130 000 kg de graines au Kenya en 1964 (4);

Panicum maximum est réputée être la meilleure graminée associée pour les légumineuses et de cependant les étouffer;

Panicum maximum peut être adaptée à des prairies temporaires plutôt qu'à des pâturages permanents et vice-versa;

Panicum maximum peut être adaptée à l'affouragement plutôt qu'en pâturage direct, etc.

Devant cet échantillonnage d'apparentes contradictions, on comprendra que nous nous attachions à décrire précisément les comportements de diverses variétés dans des conditions d'exploitation bien définies en Côte d'Ivoire, en souhaitant qu'une extension géographique soit donnée à cette collaboration de l'I.E.M.V.T. et de l'O.R.S.T.O.M. Le programme d'amélioration génétique par hybrides démontré et mis au point par l'O.R.S.T.O.M. pourra ainsi s'appliquer à des objectifs bien définis, tous les génotypes nécessaires étant dès maintenant réunis à Adiopodoumé O.R.S.T.O.M. (Côte d'Ivoire).

2. IMPORTANCE EN COTE D'IVOIRE

« L'espèce *Panicum maximum* est très répandue naturellement en Côte d'Ivoire. Très abondants en zone forestière, les peuplements diminuent dans le V Baoulé et se réduisent à quelques îlots dans la savane zone Nord en bordure de sites privilégiés.

» On rencontre en Côte d'Ivoire 2 grands phénotypes d'aspect très différent.

» Le premier à port semi-érigé, à talles et limbes minces se cantonne dans la région d'Adiopodoumé et forme quelques îlots au bord du N'zi et quelques peuplements à Yapo et à Sassandra.

» Le second à port semi-étalé, à talles et limbes épais est de loin le plus répandu. Très communément rencontré en basse côte il remonte jusqu'à Bondoukou et au Nord de Katiola. Ces deux phénotypes ont un génome de $2n = 32$ chromosomes. Quelques plantes, qui se différencient de ces deux premiers phénotypes, ont des épillets plus gros et des feuilles

plus épaisses, elles ont $2n = 48$ chromosomes (16). »

A la suite de prospections effectuées d'abord en Côte d'Ivoire (1964 à 1966), puis en Afrique de l'Est (1967 et 1969) une collection très importante, plus de 600 clones, fut constituée à Adiopodoumé. L'I.E.M.V.T., en collaboration avec l'O.R.S.T.O.M., a effectué de 1963 à 1973 des observations sur un certain nombre de clones.

CADOT, de 1962 à 1966 puis de 1966 à 1969, a comparé lors de 2 essais la productivité de 2 clones de *Panicum maximum* à 32 clones appartenant à diverses espèces fourragères susceptibles de donner de bons rendements en moyenne Côte d'Ivoire.

Les *Panicum maximum* étudiés se sont révélés les plus forts producteurs de matière sèche : 15 tonnes par hectare et par an en culture sèche non fertilisée.

Les résultats encourageants du premier essai d'orientation ont conduit à planter un essai comparatif d'écotypes afin d'évaluer la productivité de 24 clones en moyenne Côte d'Ivoire de 1966 à 1969.

Le clone ORSTOM K 187 B avec un rendement voisin de 16 tonnes de matière sèche par hectare et par an a été retenu comme le meilleur; aussi 13 hectares ont-ils été implantés au C.R.Z. (Bouaké) en cultures irriguées fertilisées pour l'alimentation du troupeau.

Ce pâturage, exploité uniquement pendant la journée, a fourni la ration de base de 13 UBT par hectare depuis 1970.

A Tombokro, le clone K 187 B a été mis en comparaison avec quatre autres variétés appartenant à des espèces différentes. *Pennisetum purpureum* variété à collet rouge, *Brachiaria mutica*, *Melinis minutiflora*, *Stylosanthes guyanensis*, afin d'étudier les réponses à la fertilisation et à l'irrigation.

Sur cet échantillon correspondant à une expérimentation portant sur 2 années, le *Panicum* se révèle la graminée la plus favorable à l'exploitation intensive (irrigation, fertilisation) et donne dans ces conditions une production de 40 t de MS par ha.

Divers essais d'adaptation régionale sont actuellement mis en place à Korhogo, Ferkéssé-

dougou, Boua et Niakaramandougou, Bouaké et Bingerville.

II. CLASSIFICATION DES VARIETES APOMICTIQUES DE *PANICUM*

Les phénotypes de la collection des variétés apomictiques sont classés ci-dessous. La netteté de cette classification sera rapidement caduque par suite des hybridations qui fonderont ces catégories en un vaste continuum. Il est cependant utile de proposer un classement rigoureux des formes primitives pour les deux raisons suivantes :

1. définir convenablement les variétés auxquelles s'appliquent les observations souvent faites dans le monde;
2. identifier précisément des sources de caractéristiques bien différenciées.

On peut proposer les catégories suivantes :

A. Hybrides interspécifiques et autres espèces du groupe des *maximae*

1. La famille des types *C. Panicum maximum* et *Panicum infestum*.
 - 1.1. Types *C* eux-mêmes K 77, K 79, KK 20, T 109, T 7, T 19, T 19, 36,5, T 2, T 4, T 7, T 9, T 17, T 18, T 21, T 77.
 - 1.2. *Panicum maximum* ayant introgressé une partie des génomes du type *C*; K 75, K 76, K 20, K 27, T 1, T 12, T 102.
 - 1.3. Espèces *Panicum infestum* elle-même : K 83, K 195, T 14 A, T 14 B.
Ces groupes ont une remontaison rapide et groupée et grainent facilement.
2. L'hybridation avec *Panicum trichocladum*
 - 2.1. Hybrides eux-mêmes : K 4, K 5.
 - 2.2. Formes dérivées de ces hybrides : K 13, K 39, K 43, K 46.
 - 2.3. Espèce *Panicum trichocladum* elle-même : K 138, G 24. Ce groupe a des feuilles courtes et larges et une bonne aptitude à stolonner.

B. Les formes naines

1. Formes naines à glumes pileuses (trichoglumes) : 280, G 61, G 45, G 74 et nombreux autres.

2. Formes naines à glumes glabres 92 et nombreux autres. Ces formes fines ont un rendement modeste mais de grandes qualités nutritives.

C. Les formes à haut rendement brut de matière verte

Elles constituent les phénotypes les plus classiquement connus et habituellement cultivés.

1. Formes courtes à moyennes, à limbe charnu vert bleu souvent duveteuses ou très pileuses : K 211, K 220, K 160, K 196, K 212, (K 85), (T 11).
2. Formes de taille moyenne à feuilles longues et minces, à talles nombreuses, constituant des fourrages de bonne qualité.
 - 2.1. 267, 89, 98, G 95, 50, 51 (forme classique common guinea), type I de Côte d'Ivoire.
 - 2.2. K 143, K 139, 77, K 110, formes plus fines que les précédentes et plus riches en talles.
 - 2.3. G 17, G 18, 98 à moindre remontaison que les groupes précédents et plus productifs.
 - 2.4. Formes hybrides possibles entre les groupes C 2 et C 3 suivant : 55, 110, G 97, 90, 94, G 21.
3. Formes très grandes à feuilles larges.
 - 3.1. Formes à feuilles vert jaune, larges, gaines à pilosité dure, sensible au coletotrichum, ce sont les types II de Côte d'Ivoire 56, 40, 34, 36, 3, I 427, I 428, I 429, 4, 52, 163, 165, 174 et bien représentés dans tous les pays du Golfe de Guinée (Ghana, Nigéria, Dahomey, Cameroun, Gabon).
 - 3.2. Formes à feuilles pruneuses, bleutées, glabres.
 - 3.2.1. Non sensibles à la cercosporiose (type Borinquen ?) : 304, 309, G 23, 79, K 184, G 11, G 36, G 38; le type « coloniao » ressemble un peu à 304.
 - 3.2.2. Sensibles à la cercosporiose (type Gramalote ?) : G 3, 57, 58, 133, G 89, G 16, G 40, G 93, G 75, G 86, G 85, G 88.
 - 3.3. Formes à feuilles vertes ou vert jaune.
 - 3.3.1. Non sensible à la cercosporiose type Sotuba, 268 (générateur possible de 55 et 110), cf. groupe C 2.4., 63, 17, T 3.
 - 3.3.2. Sensibles à la cercosporiose (type Gramalote ?) : 353, 354, 90, 94, 101, 102,

104, 105, 106, 117, 172, G 21, G 30, G 76, G 60.

Nota 1. Les *Panicum maximum*, cultivés en Amérique latine (Brésil, Guadeloupe) appartiennent aux groupes C 2.4. et surtout 3.2.2. et 3.3.2. Ils sont économiquement peu intéressants en Basse Côte d'Ivoire du fait de leur souvent très grande sensibilité à la cercosporiose.

Nota 2. Nombre de formes hexaploïdes des types I et II (groupes C 2.1. et 3.1.) sont classables dans 3.3.2. du fait de leur sensibilité à la cercosporiose.

3.4. Formes très vigoureuses, à feuilles très larges et talles épaisses.

3.4.1. Formes diploïdes sexuées primitives : T 33, T 34, T 35, T 40, T 41, T 42, T 43, T 44, T 47, T 48, T 49, T 50, T 51, T 52, T 53, T 54, K 189 A, K 189 B.

3.4.2. Formes tétraploïdes : T 32, T 55, T 56, T 57, K 187 A, K 187 B, (G 56), T 68, T 83.

D. Formes glabres, très remontantes à nœuds très nombreux, feuilles minces et rigides

1. Formes diploïdes sexuées : T 26, (stigmates blancs) T 270 B, T 27 DV.

2. Formes tétraploïdes : T 25, T 27.

Remarques : Certains hybrides entre D.1. et C.3.4.1. présentent des incompatibilités de développement qui révèlent l'éloignement génétique du groupe D d'avec le groupe C.

Enfin ce catalogue des formes naturelles prospectées ou introduites est à compléter par diverses catégories de plantes nouvellement synthétisées; ces classes sont :

α. Néotétraploïdes digéniques, obtenus par traitement à la colchicine, d'éclats ou de graines de groupes C 3.4.1. ou D 1.

β. Hybrides entre diploïdes.

γ. Hybrides entre Néotétraploïdes sexués (population - T 44. T × K 189. T -).

δ. Hybrides entre tétraploïdes sexués et apomictiques de même groupe.

Ad 1, Ad 2 (K 189. T × G 23)

Ad 3, (T 44. T × G 23)

Ad 6, Ad 7 (K 189. T × G 23) groupe C. δ
P 2 (K 189. T × G 23).

ε. Hybrides entre apomictiques et sexués de groupes différents.

Série T 19 36, 5 (groupe A) croisés par K 189. T, (K 189) S₁. T, T 35. T (groupe C. α.) et P 2 (groupe C. δ.).

III. BIOLOGIE ET AMELIORATION DES PANICUM

Panicum maximum existe, dans les conditions naturelles, sous deux formes (*) fondamentales. D'une part les *Panicum* diploïdes, très rares et sexués; d'autre part les *Panicum* tétraploïdes, très abondants et apomictiques. Cette apomixie conduit à une descendance par graines dont la composition est en moyenne la suivante :

— 97 p. 100 des plantes obtenues sont génétiquement identiques à la plante mère;

— 3 p. 100 ont un génotype original.

Il s'agit donc d'une apomixie facultative dont le taux de hors-type (H.T.) est de l'ordre de 3 p. 100. Une fraction des plantes hors-types est obtenue par un fonctionnement sexué normal. Les plantes identiques à la plante mère résultent du développement sans fécondation d'une cellule somatique (issue du nucelle). Ce développement mime assez bien l'embryogenèse normale, à cela près qu'il n'y a eu ni réduction chromatique, ni union avec un anthérozoïde. Les plantes hors-types ont, en général, à leur tour le même système de production de graines, l'apomixie facultative.

L'apomixie ne modifie en rien la gamétogenèse mâle, et les pollens sont viables et efficaces lorsqu'ils rencontrent des partenaires sexués.

On peut, par traitement à la colchicine, produire des tétraploïdes à partir des diploïdes. Ces néotétraploïdes sont sexués et donnent des descendants hybrides lorsqu'ils sont pollinisés par un tétraploïde apomictique. La moitié de ces hybrides (dans les cas étudiés) sont apomictiques.

(*) Pour simplifier, nous n'indiquons pas toute une série de formes mineures correspondant à des nombres chromosomiques variés (15).

tiques, l'autre moitié est sexuée. Ceci est résumé par le schéma I ci-contre.

Les expériences d'hybridation permettent de démontrer :

1. Que la sexualité et l'apomixie sont contrôlés de façon héréditaire par des structures génétiques transmissibles tant par les gamètes mâles que par les gamètes femelles;
2. Que le taux de hors-type est également sous contrôle génétique.

Conséquences fondamentales du schéma I pour l'amélioration des *Panicum*

1. Puisqu'il existe des hybrides sexués, il est possible de réorganiser progressivement à l'état sexué toute la variabilité initialement stockée dans les tétraploïdes naturels apomictiques.

2. Puisqu'il existe des hybrides apomictiques, il sera possible d'obtenir en fin de programme d'amélioration, des variétés hybrides apomictiques. Ces variétés seront multipliables par graines, sans risque de perdre la bonne association hybride acquise par le programme d'amélioration.

Ainsi, l'idée directrice du schéma d'amélioration génétique des *Panicum maximum* est la suivante. Temporairement, et uniquement dans les laboratoires de sélection, on utilise des variétés tétraploïdes sexuées (néotétraploïdes et tétraploïdes hybrides) de façon à réaliser dans un même individu les meilleures associations possibles de caractères. Lorsque des formes sexuées satisfaisantes sont ainsi obtenues, on les recroise avec des tétraploïdes apomictiques porteurs de caractères complémentaires utiles. On trie dans les hybrides obtenus en fonction des trois critères suivants et dans l'ordre :

1. Apomixie,
2. Taux de hors-type faible, si apomictique,
3. Qualité agronomique.

L'appréciation des caractères 1 et 2 est faite par étude au microscope optique des sacs embryonnaires prélevés dès la première floraison de l'hybride. Les bons hybrides sexués peuvent servir de géniteurs pour de nouveaux hybrides. Le schéma II, ci-contre, résume ces opérations.

Qualité de la variabilité génétique des *Panicum*

Les formes sexuées diploïdes et tétraploïdes permettent de faire l'analyse génétique des caractères économiquement intéressants. Ces données serviront de guide pour le choix des géniteurs à associer successivement.

Les diploïdes sexués de départ, et les néotétraploïdes peuvent être retenus pour des aptitudes au haut rendement de matière sèche et à la résistance à la virose. Des aptitudes à la germination précoce des graines peuvent également y être cherchées.

Les apomictiques apporteront (presque indépendamment dans certains cas) les nombres de talles élevés, les finesses de feuille, les caractéristiques de remontaison, les résistances aux maladies, le rendement en graines.

Une amélioration globale du rendement sera obtenue par sélection et recombinaison des hybrides sexués obtenus à chaque cycle. Les géniteurs apomictiques ajouteront les qualités très hérissables les plus nécessaires.

La collection de clones apomictiques révèle qu'une énorme variabilité utile est disponible, particulièrement pour les caractéristiques de résistance ce qui constitue une garantie indispensable au développement de cette culture. En effet, l'extension d'une culture favorise habituellement de nombreux parasites, contre lesquels il faut dès maintenant songer à se prémunir génétiquement.

Des améliorations de rendement et de qualité ont d'emblée été obtenues par les premiers hybrides expérimentaux de l'O.R.S.T.O.M.

Ainsi l'amélioration génétique des *Panicum* est une opération hautement rentable qui peut être envisagée avec sérénité.

IV. TEST DES VARIETES DE DÉPART

1. MILIEU ET ENVIRONNEMENT DES ESSAIS IMPLANTES

En Côte d'Ivoire, les essais ont été installés en deux points d'implantation très différents

Schéma I. - Production d'hybrides entre néotétraploïdes sexués (parent femelle) et tétraploïdes naturels apomictiques.

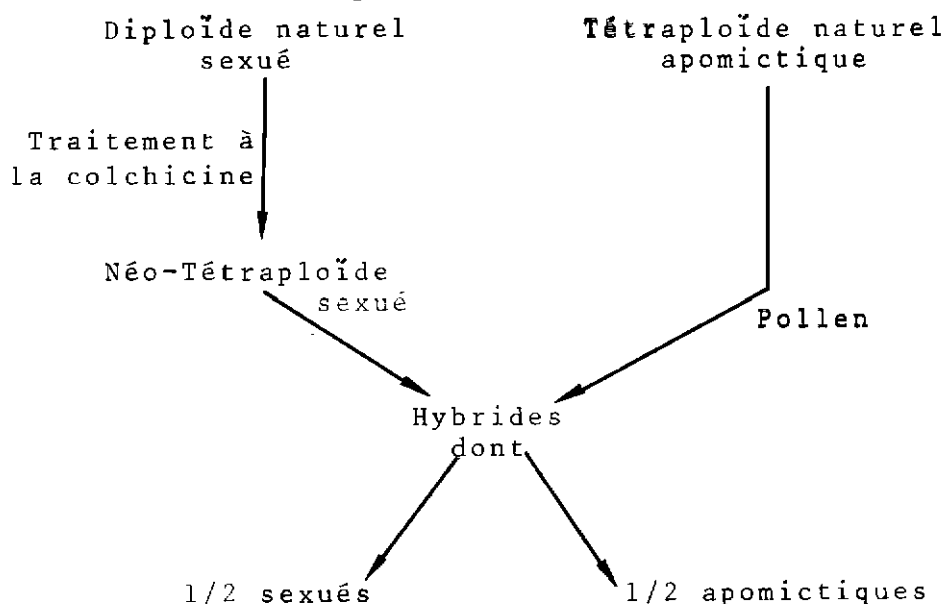
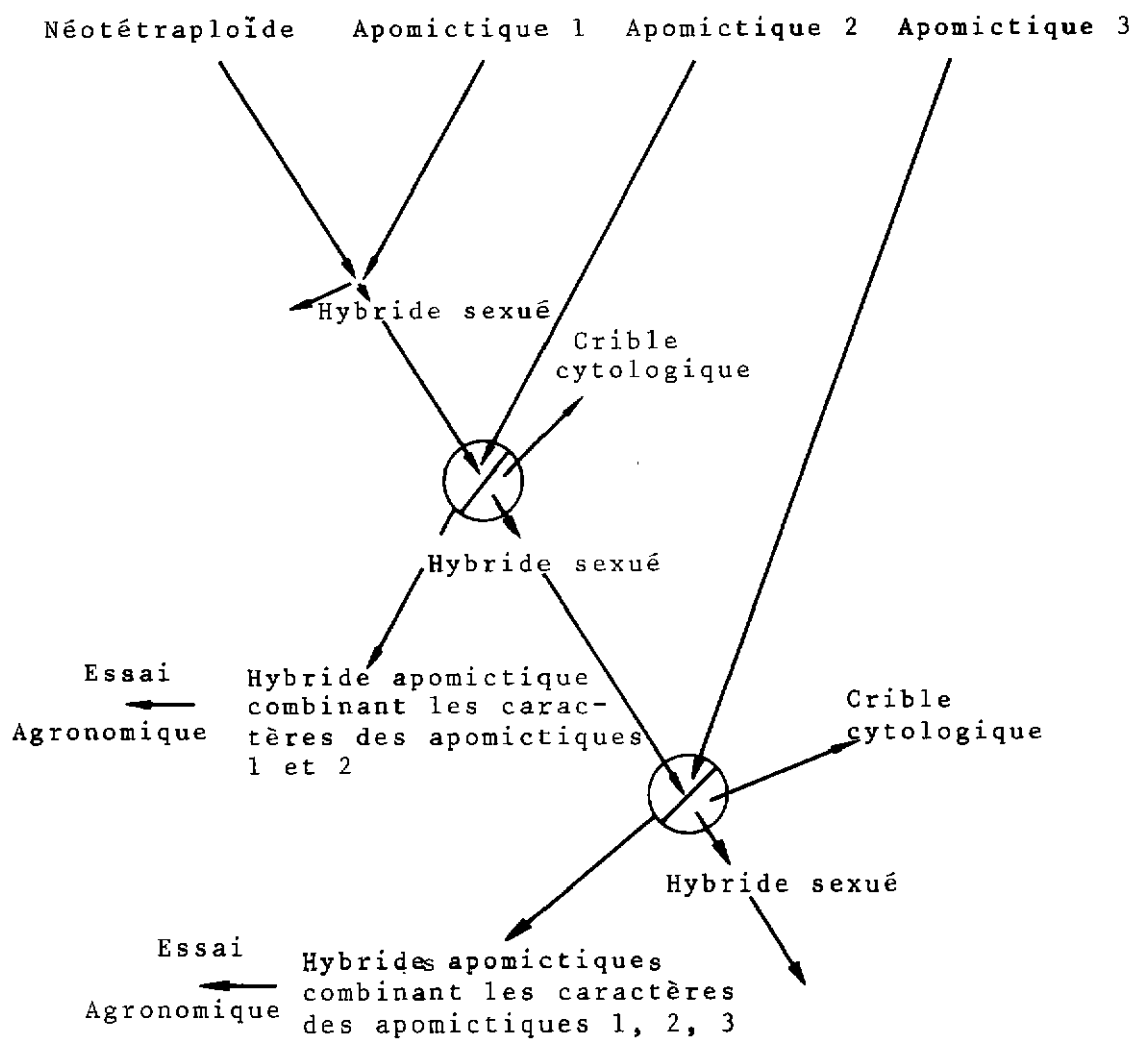


Schéma II. - Obtention de générations successives d'hybrides apomictiques.



pour leurs sols et leurs climats (*). Ce sont la station O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé (Basse Côte) et la station I.E.M.V.T. de Bouaké.

a) Adiopodoumé

Cette station est implantée sur sables tertiaires, dans la zone forestière dense humide. Les sols, à structure particulière, sont extrêmement pauvres et filtrants. La pluviométrie moyenne annuelle est forte (de 1 600 à 1 900 mm). *Panicum maximum* est spontané et abondant (variétés 267 et types II) dans toutes les zones de lisière de cette région.

En condition probablement non limitante en engrais, les facteurs climatiques rendent compte très simplement du rendement de chaque variété. Celui-ci est proportionnel à la plus petite valeur cumulée, dans l'intervalle entre deux coupes, de l'évapotranspiration potentielle ou de la pluie (l'une et l'autre exprimées en mm) (12). Ainsi, les sols d'Adiopodoumé ne tamponnent nullement les effets climatiques et les variétés peuvent être appréciées uniquement comme des transformateurs directs du rayonnement utile quand l'approvisionnement hydrique n'est pas limitant.

L'ensemble du climat peut être considéré comme celui « d'une seule saison des pluies » avec un ralentissement de la pluviosité en janvier (période relativement ensoleillée et chaude en absence d'harmattan qui est généralement de courte durée) et en août (où l'ensoleillement est très faible et la température moyenne plus faible). Malgré cette humidité permanente une irrigation d'appoint est toujours bénéfique (sauf en juin).

Les variations de photopériode sont faibles, les variations thermiques annuelles modérées, les variations d'ensoleillement plus sensibles. Ces variations semblent pourtant suffisantes pour régler différenciellement les floraisons. La plupart des variétés présentent un pic de floraison en septembre-octobre, certaines mêmes ne fleurissent et ne remontent qu'à cette période. Certaines variétés fleurissent toute l'année; pour d'autres le pic floral est en janvier-février, d'autres en mai. La floraison révèle ainsi des

fluctuations annuelles du milieu beaucoup plus nettes et répétées qu'il ne serait attendu à la simple lecture des données astronomiques et climatologiques. La croissance est très ralentie en période de pluies abondantes et en phase d'harmattan (quand elle est prolongée).

b) Bouaké

Les essais conduits au C.R.Z. de Bouaké ont été implantés sur des sols de plateau à substratum de « granite », sols ferralitiques, acides et chimiquement pauvres sauf en potasse dans les 20 premiers centimètres.

Le climat est de type guinéen-forestier, sous climat baouléen-dahoméen d'après la classification d'AUBREVILLE. Il est caractérisé par une température relativement uniforme toute l'année avec une variation des moyennes ne dépassant pas 4° C.

La pluviosité moyenne est de 1207,1 mm en 94,8 jours.

2. LISTE DES ESSAIS

Expérience 1

Essai J 4 - Adiopodoumé 1968-1971.

Comparaison de 16 variétés apomictiques; installation par éclats de souche.

Expérience 2

Essai diploïdes fourragers 1970-1973.

Comparaison de 4 variétés diploïdes sexuées au meilleur apomictique de l'expérience 1; installation par éclats de souche.

Expérience 3

Essai semis II - Adiopodoumé 1972-1973.

Comparaison de 2 descendance tétraploïdes sexuées hybrides à 6 des meilleurs apomictiques; installation par semis.

Expérience 4

Essai collection : Bouaké 1971-1973.

Comparaison de 18 variétés apomictiques; installation par éclats de souche.

Expérience 5

Essai productivité : Bouaké 1971-1973.

Comparaison de 9 variétés apomictiques; installation par éclats de souche.

(*) Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire, chapitre Le Climat (M. Eldin, 1971), Mémoire O.R.S.T.O.M., n° 50, pp. 73-108.

3. MESURES

M V	Matière verte.
p. 100 M S	Pourcentage de matière sèche évaluée sur 1 kg de matière verte.
M S T	Matière sèche totale.
$\frac{M S F}{F + T}$	Rapport de la matière sèche des feuilles sur la matière sèche totale contenue dans 1 kg de matière verte.
N	Pourcentage d'azote par gramme de matière sèche.
M S D	Matière digestible (en p. 100 par gramme de matière sèche).
P E R	p. 100 de pieds restants en fin d'exploitation.

4. RESULTATS

Expérience 1

Essai J 4 - Adiopodoumé 1968-1971.

L'essai occupe 1 ha environ en lisière de forêt et succède à une culture de manioc faite aussitôt après défriche d'une forêt dégradée.

L'essai n'est pas irrigué. L'implantation a été réalisée (mai 1968, début de la grande saison des pluies) manuellement à partir d'éclats de souche plantés à l'écartement 50×50 cm; chaque parcelle mesurant 5×12 m.

Les coupes sont faites à la machette à une hauteur approximative de 20 cm. Les dates de coupe sont déterminées empiriquement d'après l'aspect végétatif des parcelles et le stade phénologique des variétés. C'est-à-dire qu'on essaie d'obtenir le maximum de végétation pour une floraison commençante. Autrement dit l'idéal empirique est tempéré :

Mesures effectuées au cours des 5 expériences

Expérience Mesures	1	2	3	4	5
M V	Total sur 23 coupes	Total sur 24 coupes	Total sur 10 coupes	Total sur 1 an	Total sur 2 ans
p. 100 M S	Moyenne sur 18 coupes	Moyenne sur 24 coupes	Moyenne sur 10 coupes	Moyenne sur 1 an	Moyenne sur 2 ans
M S T	Total sur 18 coupes	Total sur 24 coupes	Total sur 12 coupes	Total sur 1 an	Total sur 2 ans
$\frac{M S F}{F + T}$	Moyenne sur 18 coupes	Moyenne sur 24 coupes			
N	Moyenne sur 5 coupes				
M S D	Sur 1 coupe en saison sèche et une coupe en saison des pluies				
P E R	Au bout de 3 ans				

a) par la nécessité de faucher certaines variétés qui ne remontent pas à fleur et ne progressent plus végétativement,

b) par la nécessité d'attendre un développement suffisant des variétés dont le début de floraison a lieu très tôt après la coupe précédente.

L'essai comprend deux expériences de 10 clones chacune, 4 clones étant communs aux deux expériences. Chaque expérience comprend trois blocs.

L'analyse globale est faite sur six blocs et 16 clones par la méthode de PIMENTEL-GOMEZ (7).

L'exploitation a duré trois ans pendant lesquels 23 coupes ont été faites.

16 variétés ont été comparées. L'une s'est avérée nettement inférieure tant en matière verte qu'en matière sèche totale.

Les 8 premières variétés sont au bout de trois ans statistiquement inséparables pour le caractère matière verte totale.

En matière sèche totale et en pourcentage de matière sèche, une variété se détache de l'ensemble des autres, K 211.

En matière sèche totale, la moyenne générale de l'essai montre une diminution de 4,7 p. 100 par rapport à la première année, la meilleure variété montre, elle, une diminution de 15,3 p. 100.

Pour le rapport matière sèche feuille sur matière sèche totale, les 6 premières variétés

Caractères	Variété max. en MV (K 187 B)	Variété max. en MST (K 211)	Variété max. pour le caractère	Moyenne de l'essai	F 15,36
MV 3 ans en t/ha/an	121,4	111,4	141,1	110,0	8,97
MST 3 ans en t/ha/an	24,0	28,3	28,3	24,2	8,92
p. 100 M S 3 ans	19,97	25,42	25,42	21,76	32,93
$\frac{MSF}{F + T}$ 3 ans	0,75	0,82	0,87	0,74	89,8
MSD saison sèche	51,43	46,47	52,47	48,21	4,51
MSD saison des pluies	Non significativement différentes			48,63	—
PER au bout de 3 ans	95,7	99,2	99,2	88,7	22,61
N Feuilles	1,283	1,390	1,556	1,287	2,47
N tiges	0,783	0,701	0,902	0,815	6,01

Seuil 1 p. 100 = 2,58

Seuil 5 p. 100 = 1,94

(dans lesquelles on trouve K 211) sont significativement différentes des autres.

La variété K 211 est celle qui a perdu le moins de pieds au bout de 3 ans d'exploitation.

Classement sur les caractères les plus significatifs

	K 211	K 187 A	K 187 B	267
M V	9	3	1	10
p. 100 M S	1	12	16	15
M S T	1	5	8	13
$\frac{M S F}{F + T}$	4	6	7	16
P E R	1	13	3	5

La variété K 211 présente une supériorité très nette pour la majorité des caractères.

Expérience 2

Essai diploïdes fourragers - Adiopodoumé 1970-1973.

L'essai couvre une surface de 900 m², il compare 4 clones diploïdes sexués avec un des meilleurs apomictiques de l'expérience 1. (K 187 B). Il comprend 3 blocs de 5 parcelles de 60 m² chacune. Il est destiné à montrer si les formes sexuées constituent une bonne base de départ pour l'amélioration génétique de l'espèce.

Résultats

Valeurs moyennes des 24 coupes. M V et M S T en t/ha/an

	T 34	T 44	T 52	T 54	K 187 B
M V	104,8 (*)	101,9 (*)	95,5 (*)	94,8 (*)	117,8
p. 100 M S	23,8 (*)	21,4 (*)	20,8 (*)	21,1 (*)	19,3
M S T	23,9 (*)	20,9	19,3 (*)	19,3 (*)	21,8
$\frac{M S F}{F + T}$	0,90 (*)	0,89 (*)	0,85 (*)	0,91 (*)	0,80

(*) Différence avec K 187 B significative à 5 p. 100. Pour les caractères p. 100 M S, M S T, $\frac{M S F}{F + T}$, le meilleur diploïde est significativement supérieur au témoin apomictique.

Expérience 3

Essai de comparaison variétale par semis - Adiopodoumé - Septembre 1972.

L'essai compare par semis deux descendance tétraploïdes hybrides à 6 des meilleurs apomictiques. L'essai comprend 4 blocs de 8 parcelles de 16 m² chacune; il est coupé toutes les quatre semaines et irrigué en saison sèche. La fumure est de 100 N après chaque coupe et une fumure complète toutes les trois coupes (100 N, 50 P, 100 F). (Voir tableau page 250).

Les deux hybrides réciproques tétraploïdes sexués ont une valeur fourragère équivalant au meilleur apomictique. Ces hybrides ne correspondent pas à une sélection, ce sont simplement les premières familles tétraploïdes sexuées obtenues en croisant des tétraploïdes digéniques qui n'étaient pas issus des meilleurs diploïdes. Là encore on voit que l'acquisition de la sexualité ne se traduira pas par une diminution initiale du rendement, bien au contraire.

Expérience 4

Collection - Bouaké, 1971.

La collection comporte 18 écotypes de *Panicum maximum* et s'est trouvée soumise aux conditions d'exploitation de l'essai productivité en première année.

Elle est destinée à juger de l'adaptation des clones les plus représentatifs de la collection d'Adiopodoumé et à obtenir des renseignements sur la faculté grainière des clones.

Tableau des moyennes sur 12 coupes
(M V et M S T en tonnes/ha/an)

Clones Caractères	K 189 T	267	T 44. T	K 220	K 196	89	K 204	K 211
M V (*)	267	256	246	267	249	243	253	233
p. 100 M S (**)	17,8	17,2	17,7	18,2	18,5	16,5	17,7	19,6
M S T (***)	51	50	46	52	49	43	48	52

(*) $F_{7,21} = 3,480$.

(**) $F_{7,21} = 22,870$.

(***) $F_{7,21} = 9,559$.

Seuil 1 p. 100 = 3,66.

Seuil 5 p. 100 = 2,495.

Matériel :

+ O.R. K 211 + O.R. G 17 O.R. K 4
 + O.R. K 187 + O.R. G 18 O.R. T 25
 + O.R. K 187 B + O.R. K 160 O.R. 280
 + O.R. G 23 + O.R. K 184 O.R. 304
 + O.R. 89 O.R. K 20 I. 429
 + O.R. 267 O.R. K 77 O.R. 353

— Moins de 30 p. 100 de reprise :

- O.R. G 17
 - O.R. K 4
 - O.R. K 77
 - O.R. K 211
 - O.R. K 160
 - O.R. K 20.

Sont marqués d'une croix les clones déjà présents dans l'expérience 1.

L'implantation a été effectuée sur des parcelles de 25 m² par repiquage à 0,50 m × 0,50 m.

La notation de reprise suivant l'installation, a donné lieu au classement suivant.

— Plus de 80 p. 100 de reprise :

- T 25
 - O.R. 304

— Entre 60 et 80 p. 100 de reprise :

- O.R. K 187
 - O.R. K 89
 - O.R. 267
 - O.R. K 187 B
 - O.R. G 23

— Entre 30 à 60 p. 100 de reprise :

- O.R. 280
 - O.R. K 184
 - O.R. 353
 - O.R. G 18
 - I. 429

L'installation difficile par éclat de souche à Bouaké est la principale faiblesse du clone K 211.

Etude de productivité

Pendant la première année, les mesures de production ont été effectuées sur la collection. Elles sont résumées dans les tableaux ci-après. Le chiffre indiqué en face de chaque éco-type est la moyenne des deux répétitions.

On constate la présence de 0,89 et K 4 parmi les dix premiers *Panicum*. Ces deux clones, et particulièrement K 4, bien que médiocres à Adiopodoumé, ont à Bouaké un comportement satisfaisant.

Le classement réalisé suivant la teneur en matière sèche révèle :

— La supériorité de K 211.

— Le taux satisfaisant de 0,304 et G 23.

— Le taux assez faible de K 187 B et O.353.

Résultats qui confirment les tests faits sur l'essai productivité.

Résultats

Collection

Matière verte		
Numéro classement	Variétés	T. MV/ha
1	0.353	74,78
2	K 187 B	72,36
3	0,89	72,16
4	G 23	67,26
5	K 184	65,14
6	T 25	64,16
7	K 4	63,79
8	K 187	62,00
9	0,304	59,71
10	0,267	58,57
11	I 429	56,68
12	G 18	49,75
13	G 17	44,89
14	K 211	42,37
15	K 160	39,15
16	K 20	35,99
17	0,280	32,25
18	K 77	22,20

Matière sèche		
Numéro classement	Variétés	T. MS/ha
1	0,89	15,70
2	K 187 B	15,51
3	K 4	14,61
4	G 23	14,55
5	0,353	13,93
6	K 184	13,74
7	T 25	13,66
8	0,304	13,07
9	I 429	12,24
10	0,267	12,18
11	K 187	12,17
12	G 18	10,74
13	K 211	9,99
14	G 17	8,97
15	K 160	7,95
16	K 20	7,72
17	0,280	7,46
18	K 77	5,12

Collection - Taux de matière sèche en p. 100

Numéro classement	Variétés	Taux MS p. 100
1	K 211	24,72
2	O 280	23,85
3	K 77	23,20
4	G 18	22,62
5	O 89	22,18
6	O 304	21,90
7	G 23	21,82
8	I 429	21,77
9	K 4	21,72

Numéro classement	Variétés	Taux MS p. 100
10	K 160	21,57
11	T 25	21,55
12	K 184	21,27
13	G 17	21,13
14	K 20	21,12
15	O 267	20,93
16	K 187 B	20,85
17	K 187	20,81
18	O 353	18,67

Expérience 5*Essai productivité - Bouaké, 1971*

Cet essai était destiné à effectuer un tri parmi les clones déjà essayés en basse Côte d'Ivoire, pour juger de leurs qualités d'adaptation dans des conditions différentes (*).

Le comportement est apprécié par la production en matière verte et sèche comparativement à un clone témoin (ORSTOM K 187 B) déjà exploité au C.R.Z. et d'un niveau de productivité élevé.

(*) Les clones retenus pourront ultérieurement servir de géniteurs pour la fabrication d'un matériel végétal hybride adapté à la région Nord et Centre.

Des résultats sont acquis après 2 années d'exploitation.

La fumure par hectare est :

1971 1972

10 t de fumier

N : 160 N : 180

P : 100 P : 150

K : 160 K : 180

Des analyses de valeur bromatologique (4 par an et par clone) sont en cours de réalisation.

Résultats - Expérience 5

M V et M S T en tonnes/ha sur 2 années

	K 211	O. 353	G 17	O. 304	I. 429	G 18	K 187 B	G 23	K 187
M V	104	162	133	170	142	140	155	155	148
p. 100 M S	27,6	23,2	26,1	25,8	24,9	25,3	24,5	25,3	24,8
M S T	25	33	29	38	31	30	33	34	32

O. 304 est le meilleur clone à Bouaké, il est significativement supérieur aux autres tant en matière verte qu'en matière sèche totale.

K 211 qui est un des meilleurs à Adiopodoumé est significativement inférieur aux autres clones.

Ces résultats confirment l'importance qu'il convient d'apporter à la sélection d'écotypes adaptés à une zone donnée. Une erreur d'appréciation peut faire perdre 30 p. 100 de la production (choix de K 211 sur critère d'Adiopodoumé par exemple, au lieu de 304).

V. *PANICUM* ET L'INTENSIFICATION DE L'EXPLOITATION FOURRAGERE

L'intensification de la culture de *Panicum maximum* pose un certain nombre de problèmes économiques.

En effet, l'implantation en grande surface suppose une mécanisation, celle-ci oblige naturellement à utiliser le semis qui devrait remplacer l'installation par boutures. Ceci nécessite la mise au point de techniques de récolte de graines ainsi que la sélection des clones pour la production de graines.

1. IMPLANTATION

1° Implantation par éclats de souche

a) Méthode

C'est actuellement la méthode la plus fréquemment utilisée. Au C.R.Z. de Bouaké, il a été implanté plus de 13 hectares de *Panicum maximum* K 187 B par bandes unitaires de 1 hectare. Chaque bande demande environ 60 journées de manœuvres (15 000 F CFA environ) pour dessoucher, transporter, éclater les touffes, planter les éclats à 0,50 m sur 0,50 m.

Cet écartement mériterait un examen plus sérieux : en effet en Argentine (BROWN, SPERONI, NORBERTO), il semble que l'on plante à des densités plus élevées par hectare.

En Côte d'Ivoire, la plupart des essais sont implantés à $0,40 \times 0,40$ m. Aux Indes, en terrain sec, la densité atteint $0,15 \times 0,15$ m (HAVARD-DUCLOS).

Une sage précaution consiste à tremper les éclats avant plantation dans un bain insecticide qui évite les attaques de termites au premier jour de vie des boutures. C'est ainsi que les taux de reprise sur la variété K 187 B passent alors de 50 p. 100 à 95 p. 100 sur certaines bandes.

b) Reprise

Les boutures peuvent résister plusieurs jours à la sécheresse. Néanmoins, il est souhaitable, si on ne peut irriguer, de planter en terrain légèrement humide.

La vitesse de reprise est variable selon les clones : rapide chez K 187 A et B, G 23, O.304, O.353; elle est plus lente à Bouaké, chez G 17, G 18, K 211.

De même chez les premiers hybrides, des différences apparaissent, la reprise de Ad 1 est rapide, celle de Ad 6 plus lente.

Le nombre de pieds effectivement installés peut être relevé 2 semaines après la plantation.

Longueur des boutures

Selon certains auteurs, la longueur des boutures a une influence sur le taux de reprise. Au C.R.Z., un essai comprenant 4 longueurs d'éclats de souches (10, 15, 20, 25 cm) n'a pas modifié le taux de reprise, néanmoins les éclats les plus longs ont eu une vitesse de démarrage plus rapide.

Boutures monotalles

Un essai de repiquage effectué sur 2 clones de *Panicum* donne une meilleure reprise sur les éclats à deux talles par rapport aux éclats monotalles, pour les 2 clones (G 23, K 187 B).

La différence est apparue significative sur deux comptages effectués à 13 jours d'intervalle, 15 jours après repiquage. Le meilleur traitement donne en moyenne 20 p. 100 de reprise en plus. Pour le 2^e comptage, K 187 B passe de 30 à 44 p. 100 de reprise et G 23 de 33 à 54 p. 100.

2° Implantation par semis

Cette technique n'a pas encore été essayée en grande surface, en Côte d'Ivoire. Un certain nombre de points ont cependant pu être précisés, notamment en ce qui concerne les semis directs et les techniques de récolte des graines.

La mise en place du *Panicum maximum* par bouture présente un certain nombre d'inconvénients.

En dehors du fait que l'installation d'un ha de *Panicum* nécessite 60 journées de main-d'œuvre, d'autres aspects sont à considérer :

- Les surfaces de multiplication qui doivent être importantes;
- Les manipulations nombreuses à l'installation; (arrachage, éclatage, transport);
- Le pourcentage de reprise qui est incertain;
- La préparation préalable du terrain par rayonnage.

Tous ces inconvénients sont accrus lorsque les surfaces à planter sont éloignées de la source d'approvisionnement.

Un autre aspect très important est celui du transport possible des parasites (notamment les parasites du sol tels que les nématodes et la multiplication des virus).

La vulgarisation et l'extension de la culture du *Panicum* est donc en partie tributaire de tous ces facteurs.

C'est pourquoi il a été décidé d'étudier les possibilités d'implantation par semis, et donc les problèmes liés à la fabrication des graines.

Une première expérience (essai semis I) réalisée à Adiopodoumé en 1969 en parcelles de 16 m², a donné des résultats satisfaisants quant au mode d'implantation, et a permis d'envisager des essais comparatifs, en conditions différentes, en collaboration avec l'I.E.M.V.T. à Bouaké.

Essai semis Bouaké

Deux variétés ORSTOM K 187 B, ORSTOM G 23 implantées par semis à la même densité de 4 kg de grains germant (*) à l'hectare sont comparées, pour les caractères suivants :

- rapidité d'installation,
- couverture du sol,
- rythme de coupe.

L'installation sur une zone de cuirasse, n'a pas permis de prendre en considération les

données concernant les rendements en matière verte et en matière sèche.

Cependant on a pu remarquer une réponse satisfaisante des deux variétés au sortir de la saison sèche, dès les premières pluies malgré les conditions très défavorables au départ.

Les résultats sont les suivants :

L'installation a eu lieu le 19 mai 1971.

La levée générale de toutes les parcelles s'est faite 6 jours après l'installation.

Le stade 2 feuilles est atteint 6 jours plus tard. Il n'y a pas de différence de densité à l'installation entre clones.

Ces densités sont :

- ORSTOM K 187 B :
29,9 pieds/m linéaire
- ORSTOM G 23 :
28,2 pieds/m linéaire

Le stade 4 feuilles est atteint de façon homogène 20 jours après semis.

Un nombre moyen de 6-7 talles par plante est atteint 41 jours après l'installation.

Ainsi dans les conditions de Bouaké l'installation par semis est satisfaisante avec une couverture du sol rapide et homogène.

Des modifications morphologiques dans la taille des talles sont à noter également. Les talles obtenues sont plus fines.

Le semis en ligne, outre qu'il facilite les nettoyages et la mécanisation des travaux, peut être également envisagé comme facteur anti-érosif important à long terme.

Essai semis II (cf. p. 249, expérience 3)

Cet essai consiste à comparer par semis les premières familles hybrides tétraploïdes de l'ORSTOM aux meilleurs clones apomictiques. Pour ce faire, huit variétés ont été comparées sur 12 coupes en première année d'exploitation.

Les variétés sont les suivantes :

- ORSTOM - 267
- ORSTOM 89
- ORSTOM K 196
- ORSTOM (K 189 T × T 44 T)
famille hybride

(*) Si une variété a un taux de germination de 33 p. 100, cette densité correspond à un semis réel de 12 kg de graines.

— ORSTOM K 204	<i>Poids net kg</i>
— ORSTOM (T 44 T × K 189 T) famille hybride	
— ORSTOM K 220	
— ORSTOM K 211.	

Le dispositif comprend 4 blocs randomisés avec des parcelles élémentaires de 16 m² dont 14 m² utiles. Les résultats sont rapportés au tableau expérience 3.

Conclusion

Les hybrides s'installent aussi bien que les clones apomictiques. Leurs production et qualité fourragères, dans ces conditions, sont égales à celles des meilleures variétés.

2. RECOLTES ET PRODUCTION DE GRAINES

a) Mise au point des techniques de récolte

En 1969, des essais préliminaires ont été menés à Adiopodoumé sur un seul clone (ORSTOM G 23) avec les techniques suivantes :

- I. Tiges florifères coupées, mises en meules et séchées sur le champ (prélèvements de 25 m²);
- II. Mises en meules et séchées en grange avec des prélèvements de 25 m²;
- III. Tiges pliées (tech. Kenya) avec prélèvements 50 m².

Les résultats ont été les suivants :

	<i>par hectare Poids brut</i>
— en moyenne	I = 72 kg
— sur 5 prélèvements	II = 187,2 kg
— sur 5 prélèvements	III = 329,3 kg

Néanmoins, les rendements après triage ont souligné la nécessité du choix d'une époque propice pour le pliage des tiges (techn. III), cette époque se situe avant le début de la maturation des épis florifères.

Le choix des 2 techniques issues de cet essai a été confirmé au C.R.Z. à Bouaké. Les résultats d'un essai comportant une seule variété, 4 répétitions et des parcelles élémentaires de 50 m², donne les résultats suivants :

— Technique Kenya (repliage des tiges sur pieds) :	35,45
— Coupe et séchage en grange :	23,16
— Tiges couchées sur le sol, récolte à maturation :	21,54
— Séchage en champ, transport après maturation :	5,63

Les taux de germination ont été contrôlés 5 mois après la récolte :

- Kenya : 24,8 p. 100.
- Coupé séché en grange : 13,2 p. 100.
- Tiges couchées sur le sol : 30,2 p. 100.
- Coupés séchés sur champ : 20,6 p. 100.

Ces résultats appellent un certain nombre de commentaires.

1. La différence énorme entre les deux meilleurs traitements et le traitement 3 fait ressortir l'importance de l'égrenage pendant le transport des gerbes. Cette dernière technique est donc à proscrire.

2. Ils ne concernent qu'un seul clone, ORSTOM K 187 B qui n'est pas, *a priori*, le meilleur pour tous les caractères grainiers.

3. Il n'a été tenu aucun compte des exigences minérales dont on connaît l'importance pour la production grainière.

4. Cet essai pour des raisons d'ordre pratique a été installé par découpage des parcelles élémentaires sur un champ déjà existant et pâturé et non mis en place en vue de la production grainière.

En conclusion, il importe de ne pas trop s'attacher à la quantité nette de graines récoltées, car elle est relativement faible pour plusieurs raisons : le meilleur résultat donne 35,5 kg. La densité de semis de 4 kg que nous avons utilisée peut être ramenée à 2 kg/ha; compte tenu du taux de germination déjà élevé : 30,2 p. 100 cinq mois seulement après la récolte, ce qui laisse espérer un pourcentage supérieur à 50 p. 100 pour un âge plus avancé.

On peut donc assurer par une production de 35,5 kg une couverture de 9 ha.

La recherche de meilleurs grainiers que K 187 B et l'étude de l'influence d'une fumure sont l'objectif d'essais ultérieurs.

b) Productions grainières de divers écotypes

Les variétés testées pour leur production fourragère (paragraphe IV page ... et suivantes) ont été étudiées également (la 2^e année d'expérimentation) pour leurs aptitudes à la production grainière.

Les mesures directes suivantes susceptibles d'être liées à la production de graines ont été relevées :

1. le nombre d'épillets par inflorescence (F);
2. le nombre d'inflorescences dégagées par touffe au début des ensachages (t);
3. le poids d'épillets récoltés sans sac (poids brut P B en g non compris la plante ensachée);
4. le poids d'épillets remplis par parcelle (grains), obtenu après triage (poids net) P N par parcelle ?
5. le taux d'épillets remplis : $\frac{\text{poids net}}{\text{poids brut}}$;
6. le poids brut récolté sans ensachage;
7. le poids net correspondant;
8. le taux $\frac{\text{poids net}}{\text{poids brut}}$.

Les tableaux d'analyse de variance ci-joints montrent pour les différents caractères des différences significatives entre les divers écotypes. Il est ainsi possible d'envisager une amélioration génétique de ces différentes propriétés.

Chaque fois qu'un caractère global tel que le rendement-graine peut être décomposé en

plusieurs caractères, il est nécessaire de connaître l'organisation de ces caractéristiques entre elles dans les diverses variétés afin de déterminer les ensembles qui peuvent, soit être sélectionnés indépendamment, soit refléter une caractéristique biologique cohérente exprimée à travers diverses mesures.

L'analyse des composantes principales permet de constituer des entités indépendantes qui dépassent les analyses propres à chaque caractère. Les graphiques obtenus et le repérage des rendements globaux en fonction des positions sur ces graphiques montrent que deux caractéristiques indépendantes interviennent :

1. le potentiel global à la production de graines (beaucoup d'épillets et d'inflorescences);
2. l'économie de la production : les épillets sont fréquemment pleins et restent fixés suffisamment longtemps pour qu'ils soient récoltables sans ensachage.

Les variétés 353 et K 187 B sont bonnes pour la première composante; K 211, T 25, K 77 pour la deuxième; G 23 très bonne pour la première et très mauvaise pour la seconde ne réalise ainsi qu'un rendement moyen; G 17 équilibre ces deux caractéristiques et a ainsi un rendement supérieur à la moyenne. Ces analyses conduisent ainsi à rechercher les formules hybrides suivantes :

— les hybrides de tétraploïdes sexués (du type K 187 B) avec K 211 peuvent associer un bon potentiel de production et une bonne économie des épillets;

Tableau des analyses de variances

Numéro caractère	Carré moyen clones	ddl	Carré moyen résiduel	ddl	F	\bar{x}	C V
1	1007650	17	11526	432	87 (**)	586	18,8
3	55,897	23	0,926	205	60 (**)	3,215	29,9
4	1,004	10	0,0414	94	24 (**)	0,4190	48,5
5 (*)	42,059	10	4,573	94	9 (**)	4,366	49,0

(*) L'analyse a été faite sur $\frac{\text{poids bruts}}{\text{poids nets}}$.

(**) Significatifs à 1 p. 100.

— les hybrides de première génération seront criblés pour ces 2 caractères composés, et les meilleurs sexués seront recroisés avec G 17 ou G 23 pour consolider leur haut potentiel et leurs aptitudes fourragères.

La figure 1 montre que les meilleures variétés pour le rendement se situent approximativement sur une droite d'équation :

$$y \text{ (axe 2)} - x \text{ (axe 1)} = \text{Cte},$$

la valeur de cette constante étant négative. Autrement dit, un index de sélection pourrait être l'augmentation de la valeur de G, où

$$G = 0,5 f - 1,3 PB + 1,4 \frac{PN}{PB}$$

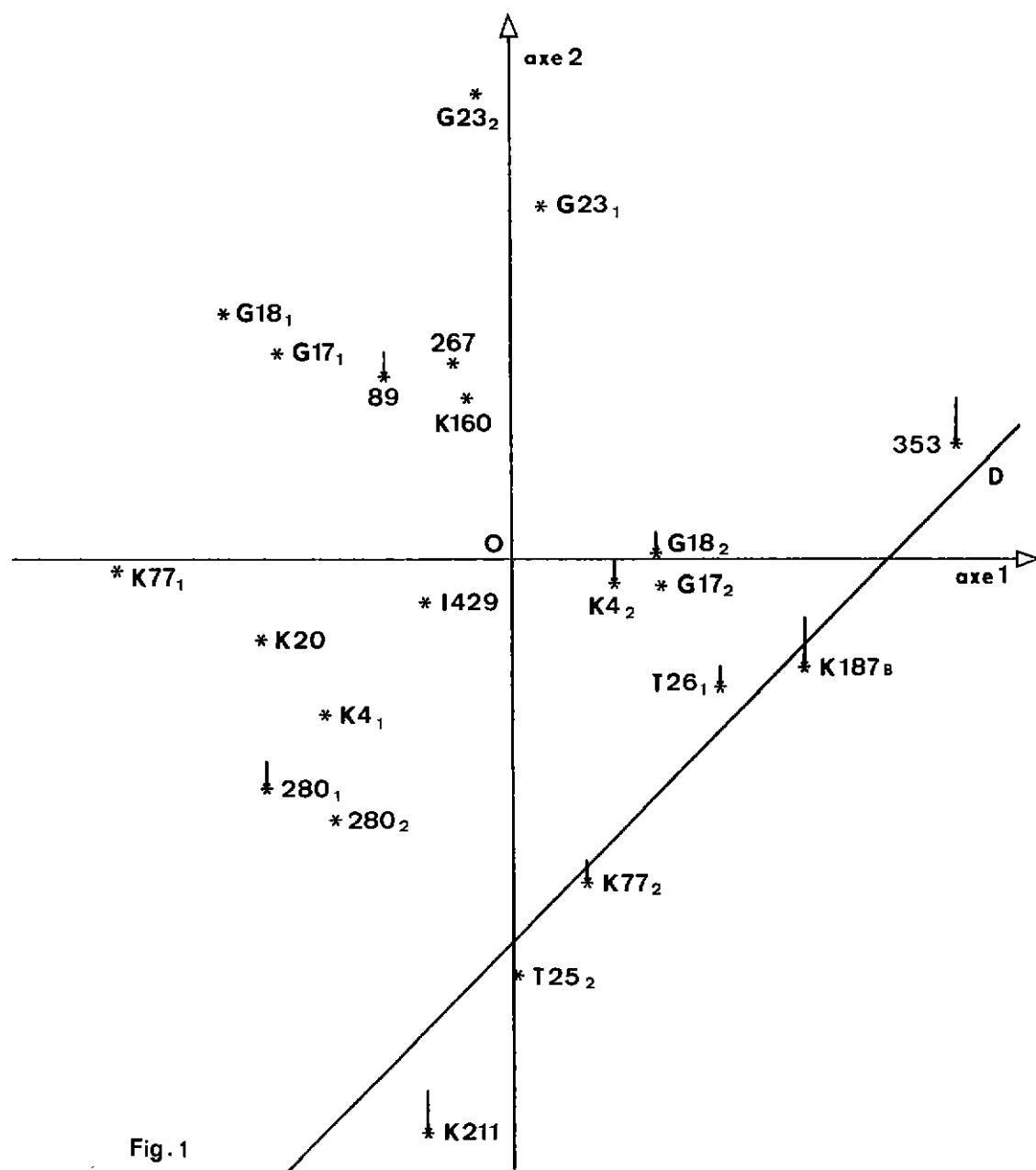


Fig. 1. - Le graphique de l'analyse en composantes principales dans le plan des axes 1 et 2 montre par référence aux rendements par parcelle que les meilleures variétés se situent autour de la droite D.

Les clones bons grainiers ne le sont pas tous pour la même raison. Par exemple, 353 a un bon rendement malgré le gaspillage des épillets, K 211 très économe exprime toute sa potentialité.

Le signe | indique les bons rendements par parcelle.

Il faut accroître G par l'augmentation du nombre d'épillets f et le taux d'épillets efficaces $\frac{PN}{PB}$, et réduire le poids brut (source de gaspillage). Le nombre d'inflorescences a peu d'importance (mais ceci résulte de l'absence de variabilité recensée pour ce caractère dans cette expérience). Le poids net sous ensachage bien que significativement variable n'est en lui-même pas une bonne indication des possibilités de la variété récoltée sans ensachage.

Ainsi la fonction G permet de transposer les résultats sous ensachages en une estimation des récoltes directes.

3. EXPLOITATION

Le rythme de coupe est un des facteurs fondamentaux de l'exploitation de la plante. Il conditionne la valeur alimentaire du fourrage, sa productivité, les refus des animaux, la repousse. Ces études sont menées au C.R.Z. conjointement par :

1. Etude directe des animaux sur pâturage (consommation, refus);
2. Etude de valeur alimentaire : 4 rythmes;
3. Essai productivité; deux rythmes : (productivité).

Les résultats ci-dessous sont provisoires et concernent pour la plupart des essais en première année d'exploitation.

1° Etudes des rythmes et charges en pâturage direct

13 hectares de *Panicum maximum* K 187 B irrigués et fertilisés (300 N — 120 P₂O₅ = environ 300 K₂O) sont exploités depuis 1970 intensivement.

L'exploitation d'une masse considérable de fourrage a posé un certain nombre de problèmes qui nous ont conduit à modifier, au fil des observations, les techniques d'exploitation.

Les buts recherchés sont les suivants :

- exploiter le *Panicum* dans les conditions les plus économiques possibles, ce qui implique :
 - le pâturage direct,
 - un minimum de refus,
 - la limitation des interventions mécaniques

(coût élevé du matériel agricole en Côte d'Ivoire);

- exploiter le *Panicum* au stade optimal qui est un compromis entre la valeur fourragère et le rendement à l'hectare;
- obtenir les meilleures performances zootechniques et économiques qui sont conditionnées par :
 - les performances individuelles,
 - la charge par hectare et par an,
 - le produit brut par hectare et par an.

Les observations nous ont conduit successivement à diminuer le temps de repousse. De 45 jours en 1970, il est passé à 35 jours en 1971, actuellement il apparaît que les meilleurs rythmes d'exploitation se situent entre 24 et 28 jours, ce qui conduit à 13 ou 14 exploitations par an.

Avec un rythme d'exploitation de 45 jours, une intervention mécanique était obligatoire 1 fois sur deux pour éliminer les tiges, avec un rythme de 35 jours, cette intervention s'effectuait une fois sur 3, avec un rythme de 28 jours, 1 fauche sur 4 exploitations était amplement suffisante.

Cette augmentation de fréquence est de plus associée à un accroissement de la qualité du fourrage (fig. 4). Cette intervention d'abord réalisée au gyrobroyeur, puis à l'ensileuse à fléaux est abandonnée au profit de l'ensileuse à barre de coupe qui assure au fourrage une meilleure repousse en évitant de déchiqeter les apex des talles.

a) Refus

Evolution des refus en p. 100 du poids vert au pâturage

Temps repousse	Refus (p. 100)
26 jours	18
28 jours	20
30 jours	25
35 jours	30
44 jours	40 - 45

b) Consommation

En pâturage direct, les niveaux de consommation sont très satisfaisants : ils atteignent 9,3 kg MS par vache laitière et par jour, soit 2,8 kg MS/100 kg de poids vif. Ces

chiffres sont confirmés par l'expérimentation en cours sur les taurillons N'Dama et croisés Jersiais × N'Dama.

Ce fourrage est donc bien apprécié.

c) Productivité

Dans ces conditions, la productivité estimée est de l'ordre de 40 à 50 t de matière sèche par hectare et par an suivant la densité d'implantation.

L'évaluation de la production fourragère est variable selon les méthodes utilisées (tables hollandaises, ou formule de Scaut et Brereim). Néanmoins, on estime cette production à 20-25 000 UF par hectare et par an. Il serait éminemment souhaitable que des études de digestibilité puissent être entreprises sur les pâturages artificiels tropicaux.

d) Charges obtenues

Les charges obtenues en pâturage de jour en 1971 ont été de 13 vaches laitières 1/2 sang Jersiais × N'Dama pesant en moyenne 330 kg, par hectare et par an.

Sur l'expérimentation en cours, (pâturage permanent) avec taurillons de 300 kg, la charge de départ est de 10 animaux par hectare.

Le mode d'exploitation actuel est le pâturage rationné à la clôture électrique avec fil avant et fil arrière. Les animaux disposent du pâturage du jour et de celui de la veille. La charge instantanée moyenne réalisée est de 220 ani-

maux à l'hectare avec des variations de 140 à 270 animaux suivant l'époque de l'année.

2° Etude de valeur alimentaire (2 années cumulées)

Une hypothèse envisageable dès la mise en place des *Panicum* était que leur valeur alimentaire évoluait en fonction du rythme d'exploitation de la plante.

4 rythmes sont étudiés sur le clone K 187 B :

- 14 jours
- 28 jours
- 42 jours
- 56 jours

à chaque exploitation, une analyse bromatologique complète est effectuée par le Laboratoire de l'I.E.M.V.T. à Maisons-Alfort (RIVIERE).

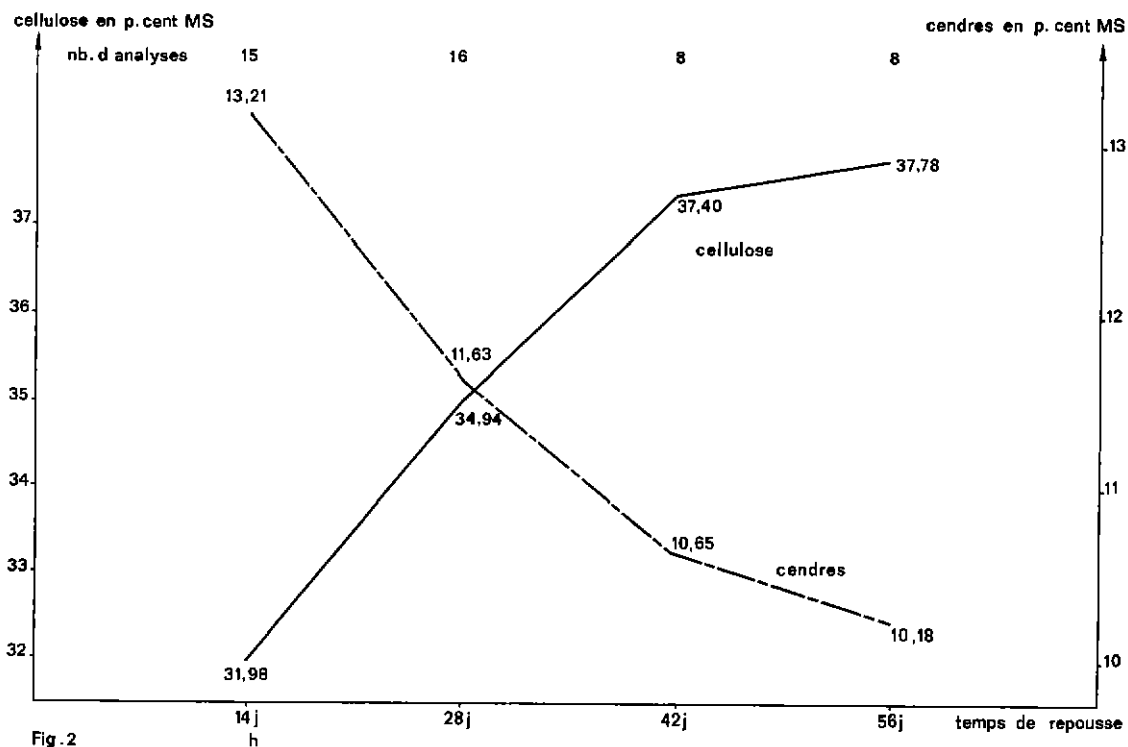
Les principaux résultats sont consignés dans les tableaux et courbes ci-après.

Ces graphiques montrent que pour la variété K 187 B, à Bouaké la valeur fourragère, la teneur en protéines brutes, la teneur en cendres diminuent considérablement avec l'âge de la plante. L'intervalle entre deux coupes (ou deux pâturages) devra donc être de 28 jours de façon à obtenir un fourrage de bonne qualité, ce qui correspond également au meilleur rythme pour les refus (cf. page 260).

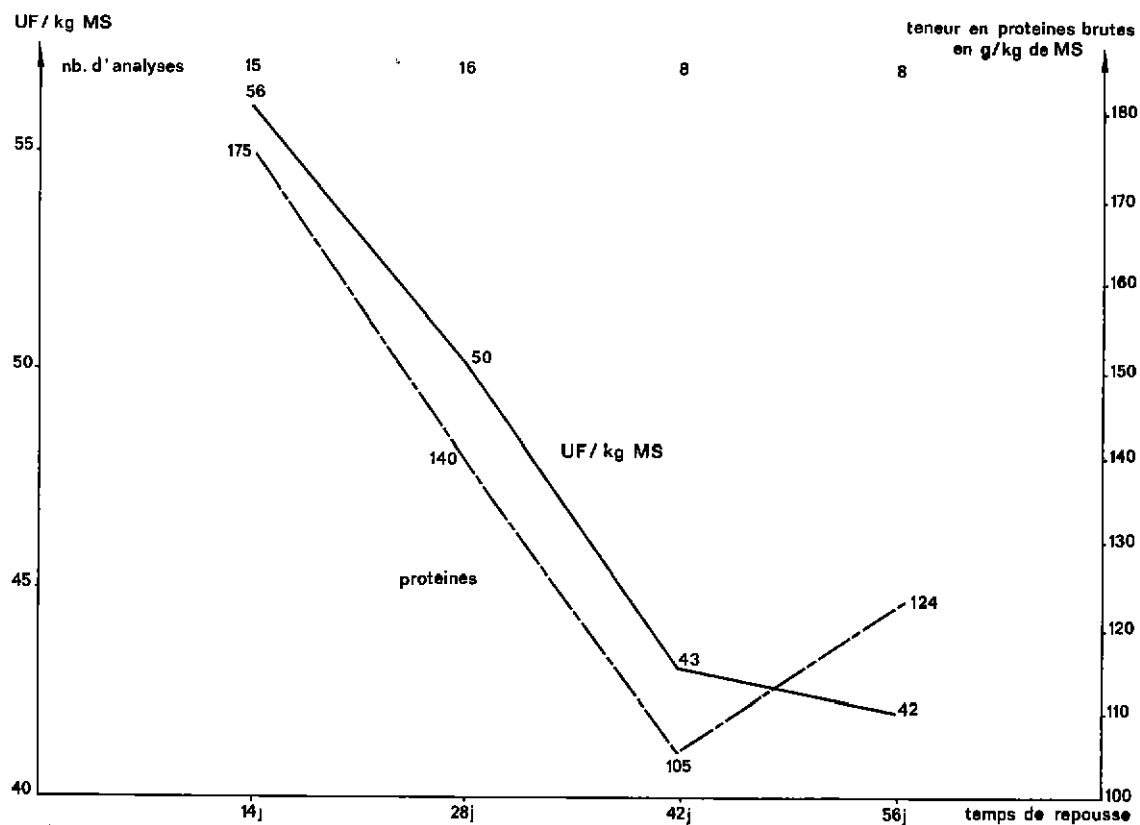
La deuxième courbe représente l'évolution de la valeur fourragère d'après les tables hollandaises.

Temps	14 jours	28 jours	42 jours	56 jours
Cellulose	31,98	34,94	37,40	37,78
Cendres minérales . . .	13,21	11,63	10,65	10,18
Nombre d'analyses . . .	15	16	8	8

D'après les analyses I.E.M.V.T.



Evolution de la teneur en cellulose et en cendres minérales en fonction du temps de repousse (p. 100 de la M S).



Evolution de la valeur fourragère de *Panicum maximum* (K 187 B) avec l'âge de la plante.

3° L'essai portant sur deux rythmes d'exploitation n'a pas montré en première année de résultats significativement différents du point de vue du tonnage de matière sèche.

En conclusion, dans l'état actuel de nos connaissances, le *Panicum* est une plante puissante à forte productivité et qui doit être exploitée jeune (de 26 à 35 jours de repousse). Cette exploitation permet un bon entretien du pâturage sauf en période de remontaion (sept.-octobre), assure une valeur alimentaire correcte, limite les refus.

CONCLUSIONS GENERALES

La question majeure à laquelle les données expérimentales apportent des éléments de réponse, est la suivante : dispose-t-on en Côte d'Ivoire d'un matériel végétal suffisamment sûr et productif pour envisager de façon rentable un important élevage intensif ? Une réponse affirmative exige des garanties concernant les points suivants :

1. il faut que le niveau de production fourragère atteint et la valeur nutritive soient suffisamment élevés pour que les équipements (irrigation, stabulation, contrôle du pâturage) et le coût d'un bétail productif soient amortissables convenablement. Les expériences en grande surface avec K 187 B montrent que les meilleurs clones de *Panicum maximum* sont satisfaisants. Les comparaisons avec les variétés d'autres espèces fourragères montrent que cette espèce semble, par son potentiel, la plus prometteuse de ce point de vue;

2. l'exploitation intensive doit être protégée contre les aléas parasitaires prévisibles ou non. Cela signifie qu'il faut une gamme très variée de génotypes hautement productifs susceptibles de posséder des résistances très diversifiées. Plusieurs variétés différentes doivent être exploitées (dans des parcelles différentes ou conjointement) pour éviter qu'une peste nouvelle ne décime toute la production. Le contrôle de la sexualité permet de tester les résistances génétiques et de diversifier les hybrides producteurs en les composant à partir de génotypes distincts. Ainsi l'étude génétique donne l'assurance d'un renouvellement permanent de cette diversité;

3. l'implantation rapide sur de grandes surfaces impose l'installation par semis. La faible

productivité grainière des *Panicum*, comparativement à d'autres espèces, a souvent découragé les utilisateurs en Afrique francophone. Pourtant au Kenya et en Amérique Latine, les exploitants ont su reconnaître que l'avantage propre des *Panicum* compensait largement le coût de la production de semences. Les analyses présentées ici confirment ce dernier point de vue et les quantités de graines récoltables et les semis testés montrent que des coefficients de multiplication satisfaisants sont acquis avec les clones déjà disponibles. L'étude des potentialités des diverses variétés montre qu'il est possible d'envisager l'amélioration génétique de ce caractère;

4. il faut que les perspectives de progrès variétaux puissent encourager les producteurs, afin que l'augmentation de certains coûts ne risquent pas d'abaisser la rentabilité d'une telle exploitation. Il faut également que des zones écologiques variées puissent être exploitées. Là encore les aptitudes variées des écotypes de départ et la possibilité de les recombinaer dans des hybrides offrent ces garanties.

Ainsi les conditions sont réunies pour miser avec confiance sur l'exploitation d'un élevage intensif à base de *Panicum maximum*.

Les données rapportées ici n'apportent pas seulement la démonstration de la validité d'une telle opération. Elles renseignent aussi sur les objectifs primordiaux de l'amélioration à réaliser. Ceux-ci peuvent être classés ainsi (et par ordre d'importance) :

1. Amélioration de la production grainière, à la fois par la création d'hybrides grainiers et la technologie de la récolte;
2. Amélioration de la qualité du fourrage. Ceci est réalisable à la fois par les techniques culturales (implantation par semis, choix de la densité, choix du rythme de pâture) et par les améliorations variétales (augmentation du nombre de tiges, accroissement du taux de matière sèche, du taux de matière protéique digestible, ralentissement de la remontaion, tous caractères fortement héréditaires).
3. Diversification des résistances génétiques.
4. Amélioration quantitative de la production, par un meilleur choix des fumures et de la conduite des pâturages, un meilleur contrôle de l'irrigation et par l'obtention de variétés

soit plus productives, soit mieux appréciées, laissant moins de refus. De grands progrès

sont certainement réalisables sur tous ces points.

ANNEXE

Quelques indications économiques

Nous ne présentons ici qu'un seul calcul de charge établi dans les conditions réelles du C.R.Z. de Bouaké. Le coût de l'irrigation représentant près de 60 p. 100 du prix de l'U.F., il importe d'être extrêmement prudent pour l'extrapolation des résultats. (L'installation d'irrigation du C.R.Z. mise en place pour des raisons expérimentales comporte une dénivellation de plus de 40 m et une conduite principale de 1.800 m).

Les charges du gardiennage sont elles aussi pour les mêmes raisons expérimentalement très élevées.

TABEAU

Récapitulation de répartition des charges

	Exploitation au pâturage		Exploitation à l'auge	
	Coût par ha et par an	p. 100	Coût par ha et par an	p. 100
I. Charges de production par ha par an				
— Frais d'implantation	23.366	11,37	23.366	8,89
— Frais de productivité				
- Fertilisation	26.867	13,09	26.867	10,23
- Irrigation	121.310	59,08	121.310	46,17
II. Frais d'exploitation par ha par an				
- Pâturage	33.797	16,46		
- Affouragement			91.232	34,71
	205.340	100 p. 100	262.775	100 p. 100

SUMMARY

Panicum maximum (Jacq.) and fodder overproduction in Ivory Coast

Some agronomical values of *Panicum maximum* are analysed. The species variability is first described and a simple classification for reference is suggested. Following the results of O.R.S.T.O.M. fundamental researches dealing with the genetics and the biology of reproduction, a plant breeding scheme is here described. The agronomical tests of different clones through various trials are given. Their aim was to indicate the present possibilities, the problem and the breeding ways which ought to be of major importance to organize an intensive forage yield with *Panicum maximum*.

RESUMEN

Panicum maximum (Jacq.) y producción forrajera intensiva en Costa de Marfil

Se analiza el interés agronomico de *Panicum maximum*. Se presenta la diversidad de la especie y se da una clasificación de consulta. Las

investigaciones fundamentales sobre la biología de la reproducción y la genética llevadas a cabo en la O.R.S.T.O.M. han permitido concebir un esquema de mejoramiento genético presentado en este artículo.

Se realiza la evaluación agronomica de varios clones mediante experimentaciones teniendo por objeto la determinación de las posibilidades actuales, de los problemas y de los medios de mejora que condicionan la organización de una producción forrajera intensiva principalmente constituida por variedades de *Panicum maximum*.

BIBLIOGRAPHIE

GENERALE

1. CASTANEDA (R. R.). Flora del centro de Bolívar. Bogota, Publ. Univ. Nac. Colombia, Bogota, 1965, pp. 442.
2. DEGRAS (L.), DOUSSINAULT (G.). L'herbe de Guinée; orientations possibles de la sélection. *Ann. Amélior. Plantes*, 1969, 19 (3): 239-263.
3. MONTENY (B.). Anatomie et échange de CO₂ chez *P. maximum*. *Oecol. Plant.*, 1973, 8 (2): 125-140.
4. MOORE (C. E. M.), OGODA (J.). Seed production. Annual report for 1964, National Agricultural Research, Station Kitale, pp. 3-4.
5. MOTTA (M. S.). *Panicum maximum*. *Emp. J. exp. Agric.*, 1953, 21 (81): 33-41.
6. MOTTA (M. S.), PATEL (B. M.), MISTRY (V. V.). *Indian J. agric. Sci.*, 1960, 30 (4): 256-261.
7. PIMENTEL GOMES (F.), FOOT GUIMARAES (R.). Joint analysis of experiments in complete randomised blocks with some common treatments. *Biometrics*, 1958, 14: 521-526.
8. VINCENTE-CHANDLER (J.), CARO-COSTAS (R.), PEARSON (R. W.), ABRUNA (F.), FIGARELLA (J.), SILVA (S.). The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. *Bull. Univ. P.R. agric. Exp. Stn.*, 1964 (187): 152.
9. WARMKE (H. E.). Apomixis in *Panicum maximum*. *Amer. J. Bot.*, 1954, 41: 5-11.
10. PERNES (J.). Indication sur les méthodes et les hypothèses de travail pour l'étude de la structure de la différenciation de l'espèce *Panicum maximum*. *Rapport mult. Adiopodoumé, Côte d'Ivoire*, 1956, 57 p.
11. PERNES (J.). Etude du tallage et de la floraison des clones de *Panicum maximum*, du point de vue de l'analyse des distributions I, II et III. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1966-1967, 40-72 p.
12. PERNES (J.), RENE (J.). Idées directrices pour l'analyse agronomique d'essais d'exploitation fourragère de variétés de *Panicum maximum* Jacq. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1969, 15 p.
13. RENE-CHAUME (R.), RENE (J.), PERNES (J.), COMBES (D.). Essai de classification des populations de *Panicum maximum* Jacq. d'Afrique de l'Est sur des caractères morphologiques qualitatifs. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1969, 21 p.
14. PERNES (J.), COMBES (D.), RENE-CHAUME (R.). Différenciation des populations naturelles du *Panicum maximum* Jacq. en Côte d'Ivoire par acquisition de modifications transmissibles, les unes par graines apomictiques, d'autres par multiplication végétative. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1970, 270: 1992-1995.
15. COMBES (D.), PERNES (J.). Variations dans les nombres chromosomiques du *Panicum maximum* Jacq. en relation avec le mode de reproduction. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1970, 270: 782-785.
16. PERNES (J.), COMBES (D.). Incidence des systèmes de multiplication sur la répartition et la variabilité phénotypique du *Panicum maximum* Jacq. en Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., série Biol.*, 1970 (14).
17. MONTENY (B.), COMBES (D.), PREVOST (F.). Etude morphologique du limbe foliaire chez *P. maximum* en relation avec la photosynthèse. *O.R.S.T.O.M.* 1971, 19 p.
18. RENE-CHAUME (R.). Essai de description des populations de *Panicum maximum* Jacq. d'Afrique de l'Est par l'analyse factorielle des correspondances sur des caractères morphologiques qualitatifs. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1971, 18 p., 29 fig.
19. PERNES (J.). Problèmes posés par l'amélioration d'une graminée fourragère tropicale: *Panicum maximum* Jacq. Communication à la conférence d'Ibadan (forage crop research in West Africa) 26-30 avril 1971. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1971, 16 p.
20. PERNES (J.). Etude du mode de reproduction: apomixie facultative, du point de vue de la génétique des populations *Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M.*, 1971 (9).
21. PERNES (J.), RENE (J.). Effets de section de touffes de *Panicum*, réalisées à différents stades du développement, sur la germination des graines produites. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1972, 6 p.
22. PERNES (J.), COMBES (D.), RENE-CHAUME (R.). Données préliminaires concernant la génétique des formes sexuées du *Panicum maximum* Jacq. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1972, 23 + 5 p.
23. COMBES (D.). Polymorphisme et modes de reproduction dans la section des *Maximae* du genre *Panicum* (graminées) en Afrique. *Thèse Doct. d'Etat, Univ. Paris-Sud. Série Biologie*, 1972, n° 1040.
24. PERNES (J.). Organisation évolutive d'un groupe préférentiellement agamique: la section des *Maximae* du genre *Panicum* (graminées). *Thèse Doct. d'Etat, Univ. Paris-Sud. Série Biologie*, 1972, n° 1041.
25. PERNES (J.). Système de reproduction et amélioration du *Panicum maximum* (communication au colloque de génétique de Strasbourg, 2 décembre 1972). *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.* 1972, 10 p.
26. RENE-CHAUME (R.), PERNES (J.), COMBES (D.), RENE (J.). Breeding *Panicum maximum* Jacq. *Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M.*, 1973.
27. PERNES (J.), RENE-CHAUME (R.), SAVIDAN (Y.). Genetic analysis of sexual and apomict

Panicum maximum. Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M., 1973, 9 p., 9 tabl. Communication au XIII^e Congrès international de génétique de Berkeley (USA). Ces deux derniers rapports doivent être repris pour la préparation d'une publication de synthèse à paraître dans la revue : *Genetics*.

28. PERNES (J.), RENE-CHAUME (R.), RENE (J.), SAVIDAN (Y.). Schéma d'amélioration génétique des complexes agamiques du type *Panicum*. Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M., 1973, 25 p. Cah. O.R.S.T.O.M. sous presse.
29. RENE-CHAUME (R.). Analyse de la structure génétique des formes diploïdes sexuées de *Panicum maximum* Jacq. I. Première analyse dialléle. Rapport mult. Adiopodoumé, O.R.S.T.O.M., 1973, 9 p.

I.E.M.V.T.

30. BOUDET (G.), RIVIERE (R.). Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, 21 (2): 227-266.
31. CADOT (R.), RIVIERE (R.). Etude de quelques caractéristiques de la production fourragère en zone tropicale à climat de type guinéen. Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1967.
32. CADOT (R.). Etude du comportement de quelques espèces fourragères en zone de bas-fond. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1969.
33. CADOT (R.). Expérimentation sur les plantes fourragères Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1969.

34. CADOT (R.). Essai orientation 1966-1969. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1970.
35. CADOT (R.). Essai écotype de *Panicum maximum*. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1970.
36. ROBERGE (G.), RENE (J.). *Panicum maximum*. Essais communs O.R.S.T.O.M.-I.E.M.V.T., 1^{re} note. 1971.
37. LETENNEUR (L.), MESSENGER (J. L.), ROBERGE (G.). Fiche technique *Panicum maximum*. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1971.
38. MESSENGER (J. L.), LETENNEUR (L.). Observations sur l'exploitation en pâturage du *Panicum maximum* Jacq. O.R.S.T.O.M. K 187 B, irrigué et fertilisé. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1971.
39. ALLIX (P.), LETENNEUR (L.). Fertilisé (1^{re} note) (2^e note). Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972.
40. MESSENGER (J. L.), RAFFIN (Y.). Essai productivité irrigué fertilisé (1^{re} année). Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972.
41. RAFFIN (Y.), ROBERGE (G.). Essai valeur alimentaire (1^{re} année). Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972.
42. RAFFIN (Y.), ROBERGE (G.). Essai orientation irrigué fertilisé (1^{re} année). Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972.
43. RAFFIN (Y.), ROBERGE (G.). Expérimentation fourragère à la ferme des cultures irriguées de Tombokro (1^{re} année). Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972.
44. LETENNEUR (L.). Production fourragère en Côte d'Ivoire et possibilités d'améliorations. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1973.